



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

### **“CARACTERIZACIÓN DEL CONJUNTO MOTOR- TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA Y ESTUDIO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANDO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE OPERACIONES Y COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**ARTEAGA MORALES, ANGEL ESTUARDO;  
MOROCHO ROMERO, RAÚL EDISON**

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Previa a la obtención del Título de:**

## **INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2017**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

---

**2016-12-07**

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**ARTEAGA MORALES ANGEL ESTUARDO**

Titulada:

**“CARACTERIZACIÓN DEL CONJUNTO MOTOR-TRANSMISIÓN  
AUTOMÁTICA Y ESTUDIO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANDO E  
IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE  
OPERACIONES Y COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PARA LA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño  
**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Paúl Alejandro Montúfar Paz  
**DIRECTOR**

---

Ing. José Francisco Pérez Fiallos  
**ASESOR**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

---

**2016-12-07**

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**MOROCHO ROMERO RAÚL EDISON**

---

Titulada:

**“CARACTERIZACIÓN DEL CONJUNTO MOTOR-TRANSMISIÓN  
AUTOMÁTICA Y ESTUDIO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANDO E  
IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE  
OPERACIONES Y COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PARA LA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Carlos José Santillán Mariño  
**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Paúl Alejandro Montúfar Paz  
**DIRECTOR**

---

Ing. José Francisco Pérez Fiallos  
**ASESOR**

## **EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** ARTEAGA MORALES ANGEL ESTUARDO

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** **“CARACTERIZACIÓN DEL CONJUNTO MOTOR-TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA Y ESTUDIO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANDO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE OPERACIONES Y COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**Fecha de Examinación:** 2017-07-21

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Paúl Alejandro Montúfar Paz <b>DIRECTOR DE TESIS</b>			
Ing. José Francisco Pérez Fiallos <b>ASESOR DE TESIS</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** MOROCHO ROMERO RAÚL EDISON

**TRABAJO DE TITULACIÓN:** **“CARACTERIZACIÓN DEL CONJUNTO MOTOR-TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA Y ESTUDIO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANDO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE OPERACIONES Y COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**Fecha de Examinación:** 2017-07-21

### **RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Paúl Alejandro Montúfar Paz <b>DIRECTOR DE TESIS</b>			
Ing. José Francisco Pérez Fiallos <b>ASESOR DE TESIS</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Angel Estuardo Arteaga Morales**

---

**Raúl Edison Morocho Romero**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Angel Estuardo Arteaga Morales y Raúl Edison Morocho Romero, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

---

**Angel Estuardo Arteaga Morales**

---

**Raúl Edison Morocho Romero**

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis va dedicada a toda mi familia: Con mucho amor a mis padres, que a pesar de la distancia han velado por mi bienestar y educación, además supieron brindarme sus consejos y apoyo incondicional para poder culminar mi anhelada meta.

A mis hermanos que supieron brindarme su apoyo en cada etapa de mi carrera y por las grandes alegrías y diversas emociones que siempre me causaron. A todos mis amigos que durante este largo camino me brindaron su apoyo y consejos para jamás decaer.

**Angel Estuardo Arteaga Morales**

A Dios por el maravilloso regalo de la vida, fortaleza y sabiduría en estos años de estudio. A mis queridos padres: Gregorio Morocho y Rosita Romero por su apoyo, amor, fe, paciencia demostrado en todo momento, a mis hermanos y familiares por estar conmigo y apoyarme siempre en las diversas actividades de la vida. A mis amigos por los bellos momentos compartidos, pues su amistad no tiene precio. A mi hijo quien es mi principal motivación, y es el que cada día me da fuerzas para seguir adelante.

**Raúl Edison Morocho Romero**



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme siempre en cada decisión que he tomado en mi vida y por las bendiciones que he recibido. A mis padres por todo el amor, paciencia, entrega y sacrificio que me brindaron durante toda mi formación académica. A los Ingenieros por compartir sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi vida estudiantil y que además se convirtieron en amigos incondicionales, en especial al director y asesor de tesis que me supieron colaborar y guiar de la mejor manera.

A la ESPOCH en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y así poder ser alguien en la vida.

**Angel Estuardo Arteaga Morales**

A Dios por ser el promotor de la vida, justicia y esperanza en cada día de nuestra carrera educativa y personal. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en forma particular a la Escuela de Ingeniería Automotriz, en cuyas aulas se adquirió conocimientos teóricos y prácticos para nuestra formación profesional. A los docentes de la E.I.A, y amigos; de manera especial a los ingenieros Paúl Montufar y José Pérez, quienes han aportado con valiosos criterios para el desarrollo del trabajo de titulación.

**Raúl Edison Morocho Romero**

## CONTENIDO

Pag.

### 1. INTRODUCCIÓN

1.1	Justificación y actualidad .....	1
1.2	Problema .....	2
1.3	Objetivos .....	2
1.3.1	<i>Objetivo general.</i> ....	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	2

### 2. MARCO TEÓRICO

2.1	Especificaciones del vehículo .....	4
2.1.1	<i>Relaciones de transmisión de la caja automática AW50-42LE</i> .....	4
2.1.2	<i>Lubricación</i> .....	5
2.2	Motor de combustión interna (MCI) .....	5
2.3	Convertidor de par.....	6
2.4	Sistema de Transmisión .....	7
2.4.1	<i>Transmisión manual.</i> ....	7
2.4.2	<i>Transmisión automática.</i> ....	8
2.5	Componentes del sistema de transmisión automática.....	8
2.5.1	<i>Tren de engranes.</i> ....	8
2.5.2	<i>Juego de engranajes en reducción</i> .....	9
2.5.3	<i>Juego de engranajes en directa.</i> ....	10
2.5.4	<i>Juego de engranajes en reversa</i> .....	11
2.5.5	<i>Flujo de potencia.</i> ....	12
2.5.6	<i>Cuerpo de válvulas.</i> ....	13
2.5.7	<i>Embragues y bandas.</i> .....	13
2.5.8	<i>Módulo de control de la transmisión (TCM).</i> .....	15
2.6	Diagnóstico de la transmisión .....	17
2.6.1	<i>Códigos de falla</i> .....	17

### **3. CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN AW50-42LE.**

3.1.1	<i>Diagramas eléctricos.</i>	18
3.1.2	<i>Diagramas hidráulicos.</i>	19
3.1.3	<i>Diagramas mecánicos.</i>	21
3.2	Estrategias de operación	22
3.2.1	<i>Modo Económico (DRIVE).</i>	23
3.2.2	<i>Modo Sport (POWER).</i>	23
3.2.3	<i>Modo Invierno (WINTER).</i>	23
3.2.4	<i>Estrategia de trabajo de la TCM</i>	23
3.2.4.1	<i>Posición del inhibidor.</i>	23
3.2.4.2	<i>Cambio suave.</i>	24
3.2.4.3	<i>Asistencia de emergencia.</i>	24

### **4. IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE DIAGNÓSTICO Y PANTALLA DE VISUALIZACIÓN**

4.1	Tablero de diagnostico	25
4.1.1	<i>Descripción.</i>	25
4.1.2	<i>Función.</i>	25
4.1.3	<i>Designación de los pines del socket de diagnóstico y testeo</i>	25
4.1.4	<i>Materiales</i>	26
4.1.5	<i>Diagrama eléctrico del socket de testeo</i>	27
4.2	Pantalla de Visualización	27
4.2.1	<i>Descripción.</i>	27
4.2.2	<i>Función.</i>	28
4.2.3	<i>Programación</i>	28
4.2.3.1	<i>Descripción.</i>	28
4.2.4	<i>Materiales</i>	30
4.3	Diagramas de accionamiento de marcha	31
4.3.1	<i>Primera</i>	31
4.3.2	<i>Segunda</i>	32
4.3.3	<i>Tercera</i>	32

4.3.4	<i>Cuarta</i> .....	33
4.3.5	<i>Reversa</i> .....	33
4.3.5.1	<i>Reversa bajo las 4 millas por hora</i> .....	33
4.3.5.2	<i>Reversa sobre las 4 millas por hora</i> .....	34
4.3.6	<i>Neutral</i> .....	34
4.3.7	<i>Estacionamiento</i> .....	35

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	36
5.2	Recomendaciones.....	36

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## **PLANOS**

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Especificaciones técnicas Daewoo Espero. ....	4
<b>Tabla 2.</b> Relaciones de transmisión .....	5
<b>Tabla 3.</b> Presiones .....	5
<b>Tabla 4.</b> Funcionamiento transmisión automática. ....	15
<b>Tabla 5.</b> Códigos de falla .....	17

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Motor de combustión interna .....	6
<b>Figura 2.</b> Acoplamiento del convertidor de par .....	6
<b>Figura 3.</b> Transmisión manual .....	7
<b>Figura 4.</b> Transmisión automática .....	8
<b>Figura 5.</b> Juego típico de engranes sencillos .....	9
<b>Figura 6.</b> Juego de engranes planetarios en reducción .....	10
<b>Figura 7.</b> Juego de engranes planetarios en directa .....	11
<b>Figura 8.</b> Juego de engranes planetarios en reversa.....	11
<b>Figura 9.</b> Flujo de potencia .....	12
<b>Figura 10.</b> Ubicación de embragues, bandas y solenoides .....	14
<b>Figura 11.</b> Sensores y actuadores del TCM .....	16
<b>Figura 12.</b> Placa de identificación .....	18
<b>Figura 13.</b> Diagrama eléctrico transmisión AW50-42LE.....	19
<b>Figura 14.</b> Diagrama parcial válvula moduladora .....	20
<b>Figura 15.</b> Diagrama cuerpo de válvulas superior .....	20
<b>Figura 16.</b> Diagrama cuerpo de válvulas central .....	21
<b>Figura 18.</b> Diagrama cuerpo de válvula central.....	22
<b>Figura 20.</b> Tablero de conexiones.....	26
<b>Figura 21.</b> Diagrama eléctrico .....	27
<b>Figura 22.</b> Visualización en el computador .....	27
<b>Figura 23.</b> Circuito y pantalla LCD .....	31
<b>Figura 24.</b> Diagrama primera marcha.....	31
<b>Figura 25.</b> Diagrama segunda marcha .....	32
<b>Figura 26.</b> Diagrama tercera marcha .....	32
<b>Figura 27.</b> Diagrama cuarta marcha.....	33
<b>Figura 28.</b> Diagrama cuarta marcha por debajo de 4 MPH .....	33
<b>Figura 29.</b> Diagrama cuarta marcha sobre las 4 MPH.....	34
<b>Figura 30.</b> Diagrama cuarta marcha sobre las 4 MPH.....	34

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

AT	Automatic Transmission
RPM	Revoluciones por minuto
TCM	Transmission Control Module
MPH	Millas por hora

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo A** Diagrama de accionamiento hidráulico.
- Anexo B** Diagrama de accionamiento hidráulico de estacionamiento.
- Anexo C** Diagrama de accionamiento hidráulico de reversa.
- Anexo D** Diagrama hidráulico de accionamiento automático de primera marcha.
- Anexo E** Diagrama hidráulico de accionamiento automático de segunda marcha.
- Anexo F** Diagrama hidráulico de accionamiento automático de tercera marcha.
- Anexo G** Diagrama hidráulico de accionamiento automático de cuarta marcha.
- Anexo H** Diagrama de accionamiento hidráulico de 4 marcha con el solenoide de bloqueo activado.
- Anexo I** Diagrama de accionamiento hidráulico manual de tercera marcha.
- Anexo J** Diagrama de accionamiento hidráulico manual de primera marcha.



## RESUMEN

El objetivo del proyecto de investigación fue caracterizar el funcionamiento del conjunto motor – transmisión automática y estudiar el comportamiento con sus diferentes estrategias de operación, a su vez implementar un tablero de diagnóstico y una pantalla de visualización para mostrar la secuencia de acoplamiento de las marchas según sus requerimientos. La metodología que se aplicó es de carácter transversal, iniciando con la recuperación de información bibliográfica para sustentar teóricamente la investigación, y con criterios basados en experiencia de personal especializado. Para iniciar las pruebas se realizó una medición del rendimiento de la transmisión y de los sensores, luego se procedió a realizar la reparación integral de la transmisión, en la cual además se aplicó un reconocimiento visual de todas sus partes para familiarizarnos con las mismas, posteriormente se realizó el estudio de las estrategias de operación de la transmisión para analizar cómo se comporta el sistema y el mecanismo de accionamiento para cada posición de marcha. Se desarrolló el tablero de diagnóstico donde se muestra todas las señales provenientes del Módulo de Control de la Transmisión (TCM) y la pantalla de visualización donde mostramos la secuencia de acoplamiento de cada marcha para saber cómo interactúan los mecanismos mecánicos e hidráulicos, dando como resultado un diagnóstico visual y obtención de medidas de variables provenientes de la TCM de forma rápida con el uso de equipos de diagnóstico, de tal manera que observamos señales precisas dependiendo la variable a medir. En la investigación se concluyó que para un trabajo óptimo de la transmisión se requieren señales correctas del Sensor de Posición del Acelerador (TPS) ya que de esta manera se precisa el trabajo de los solenoides, para este tipo de trabajos se recomienda tener cuidado con la manipulación de los componentes electrónicos ya que de ellos depende el funcionamiento.

**Palabras Clave:** <MECÁNICA AUTOMOTRIZ>, <TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA (AT)>, <ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN AT>, <TABLERO DE DIAGNÓSTICO>, < SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR (TPS)>.

## **ABSTRACT**

The aim of the research project was to characterize the operation of the set automatic transmission-motor and study the behavior of its different operating strategies, in turn to implement a diagnostic board and a display screen to show the sequence of coupling of the driving positions according to its requirements. The methodology applied is transversal, starting with the retrieval of bibliographical information to theoretically support research and criteria based on the experience of specialized staff. To begin the tests a measurement of the performance of the transmission and of the sensors was carried out, then the complete preparation of the transmission was carried out, in which also a visual recognition of all its parts was applied to get familiar with them, later the study of the strategies of operation of the transmission was carried out to analyze how the system and the actuating mechanism behave for each driving position. The diagnostic board was developed showing all the signal coming from the Transmission Control Module (TCM) and the display screen where we show the sequence of coupling of each driving position to know how the mechanical and hydraulic mechanisms interact, resulting in a visual diagnosis and obtaining measurements of variables from the TCM quickly with the use of the diagnostic equipment, in such a way that we observe precise signals depending on the variable to be measured. In the research it was concluded that for an optimum work of the transmission proper signals of the Throttle Position Sensor (TPS) are required since in this way the work of the solenoids is required, for this type of work is recommended to be careful with the handling of the electronic components since the operation depends on them.

**Keywords:** <AUTOMOTIVE MECHANICS>, <AUTOMATIC TRANSMISSION (AT)>, <OPERATING STRATEGIES AT>,<DIAGNOSTIC BOARD>,<THROTTLE POSITION SENSOR (TPS)>.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Justificación y actualidad**

El compromiso de la carrera de Ingeniería Automotriz a la sociedad es brindarle profesionales integrales, capaces de realizar investigaciones en cualquiera de sus áreas, aportando en ciencia y tecnología. El aprovechar las ventajas que las transmisiones automáticas brindan al campo automotor y profundizar en su funcionamiento por medio de la caracterización que se realiza en el siguiente trabajo, garantiza y justifica que la implementación de este sistema mejorara el rendimiento y economía del usuario.

Las transmisiones automáticas han logrado una alta capacidad de manejo, comodidad, economía y ergonomía, de tal manera que el usuario llegue a su destino con seguridad, pero no se la conoce lo suficiente para que se pueda aprovechar totalmente sus ventajas, por tal motivo como aporte a nuestra carrera y a la sociedad realizamos este trabajo para que se aproveche las ventajas de la mismo.

La transmisión automática o cambio automático es una caja de cambios para automóviles u otro tipo de vehículos que puede encargarse de cambiar la relación de cambio automáticamente por sí misma a medida que el vehículo se mueve, liberando así al conductor de la tarea de cambiar de marcha manualmente. Dispositivos parecidos pero más grandes también se usan en las locomotoras diésel y máquinas de obras públicas, y en general cuando hay que transmitir un par muy elevado. (VARON, 2014)

Gracias a la asistencia electrónica e hidráulica de la transmisión automática se obtiene una relación de marcha exacta en función de la carga del motor, logrando una mejor eficiencia en consumo y rendimiento. Con la caracterización del funcionamiento del conjunto motor-transmisión automática se pretende interpretar los parámetros de funcionamiento que la t.c.m. (módulo de control de la transmisión) evalúa para realizar las distintas relaciones de marcha a través de simulación de fallas.

Este proyecto de tesis cumple con los objetivos de aprendizaje y aporte para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y de esta manera aporta a la investigación el cual nos compete como Ingenieros Automotrices.

## **1.2 Problema**

En la actualidad existen sistemas complejos en el automóvil como la gestión electrónica e hidráulica de la transmisión automática en tanto que no se ha logrado entender en su totalidad la relación que existe entre estos sistemas.

Mediante la caracterización del conjunto motor- transmisión automática se pretende realizar simulaciones estudiando la relación de estos sistemas y facilitar la comprensión de los mismos. Generando fallas en el sistema se analizara el comportamiento y la relación interdependiente del conjunto motor-transmisión automática bajo condiciones y parámetros distintos de funcionamiento.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general.***

Caracterizar el funcionamiento del conjunto motor-transmisión automática y estudiar las estrategias de operación de la t.c.m. (módulo de control de la transmisión), con la implementación de una pantalla de visualización y un conector de diagnóstico para comunicación y testeo, para la carrera de ingeniería automotriz.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Realizar la caracterización de la t.c.m. (módulo de control de la transmisión) mediante la interpretación de valores obtenidos por los sensores, para verificar el comportamiento de los actuadores electrónicos, mecánicos e hidráulicos del sistema a diferentes condiciones de funcionamiento del motor.
- Determinar las variables que la t.c.m. (módulo de control de la transmisión) requiere, interpretando los diagramas eléctricos e hidráulicos para realizar las distintas relaciones de transmisión a diferentes cargas.

- Determinar las estrategias de operación de la t.c.m. (módulo de control de la transmisión) para relacionarlas y precisar el funcionamiento del conjunto motor – transmisión automática.
- Ilustrar diagramas de los circuitos de accionamiento mecánico – hidráulico, mediante una pantalla de visualización para mostrar la secuencia de accionamiento según los requerimientos del sistema.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Especificaciones del vehículo

El vehículo utilizado para realizar las pruebas, caracterización e instrumentación es el Daewoo Espero modelo 1995 cuyas especificaciones son mostradas en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Especificaciones técnicas Daewoo Espero.

<b>Marca</b>	Daewoo
<b>Modelo</b>	Espero
<b>Motor</b>	2000 cc
<b>Transmisión</b>	Automática
<b>Potencia máxima</b>	105 CV / 5000 RPM
<b>Par máximo</b>	169 Nm / 2800 RPM
<b>Año de fabricación</b>	1995
<b>Número de cilindros</b>	4
<b>Combustible</b>	gasolina
<b>Consumo de combustible urbano</b>	12,3 l/100 km
<b>Consumo de combustible extraurbano</b>	5,8 l/100 km
<b>Consumo de combustible combinado</b>	7,3 l/100 km

**Fuente:** Ficha técnica Daewoo Espero

##### **2.1.1 Relaciones de transmisión de la caja automática AW50-42LE.**

La transmisión del vehículo Daewoo Espero, tiene las siguientes relaciones de transmisión para cada marcha.

**Tabla 2.** Relaciones de transmisión

<b>Marcha</b>	<b>Relación</b>
Primera	3,900 : 1
Segunda	2,228 : 1
Tercera	1,477 : 1
Cuarta	1,062 : 1
Reversa	4,271 : 1

**Fuente:** (ATSG, 2004)

### **2.1.2      *Lubricación.***

El fabricante de la transmisión automática recomienda utilizar el aceite ATF – Type Dexron II E.

La capacidad de la transmisión AW50-42LE, tiene una capacidad de 5,1 litros, y el convertido de par 2,5 litros.

La transmisión automática AW 50 – 42 LE, tiene presiones de línea mostradas en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Presiones

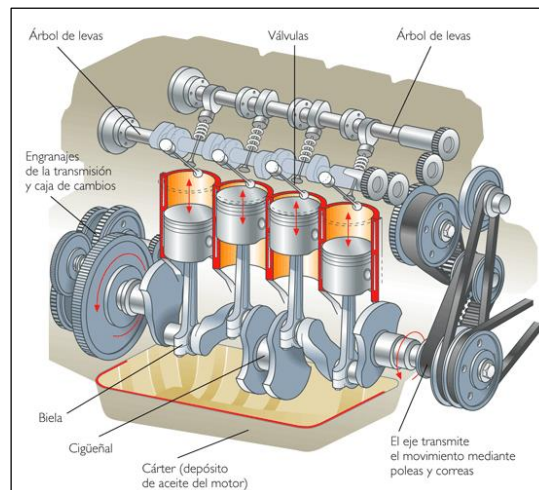
<b>Línea</b>	<b>Presión (psi)</b>
Presión de la línea de base en Drive	57-65
Presión de la línea de parada en Drive	150-190
Presión de la línea de base en reversa	85-100
Presión de la línea de parada en reversa	280-290

**Fuente:** (ATSG, 2004)

## **2.2      Motor de combustión interna (MCI)**

Es un conjunto de piezas que están preparadas para transformar la energía química del combustible empleado, mediante un ciclo térmico de trabajo, en energía mecánica que proporciona movimiento rotativo a su eje y que a través de los elementos de la transmisión es llevado a las ruedas. El combustible empleado puede ser gasolina o diésel (ARIAS PAZ, 2004).

**Figura 1.** Motor de combustión interna

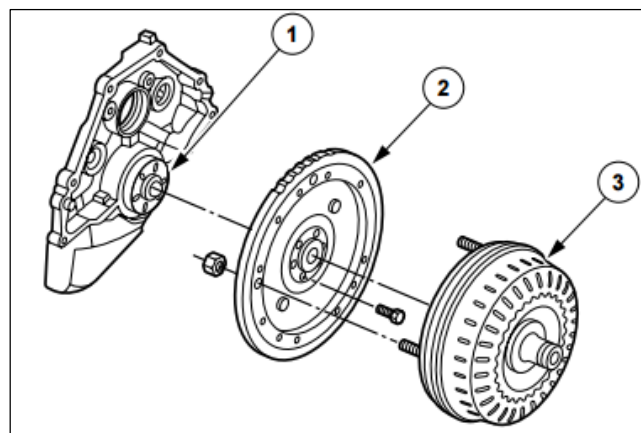


**Fuente:** <http://www.politicaysociedad.net/10-gifs-animados-que-te-ensenaran-como-funcionan-las-cosas-i-motores/#>

### 2.3 Convertidor de par.

El convertidor de par proporciona un acoplamiento hidráulico que enlaza el motor al tren de engranes de la transmisión.

**Figura 2.** Acoplamiento del convertidor de par



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

Donde:

1. Cigüeñal del motor
2. Placa flexible
3. Convertidor de par



A velocidades bajas, el convertidor de par multiplica la torsión del motor al funcionar como un acoplamiento de fluido. Al ser equipado con un embrague de convertidor de par, el convertidor también proporciona un impulso directo mecánico (de trabado) bajo ciertas condiciones de funcionamiento. (MYSLIDE.ES, 2015)

El convertidor de par consta de tres elementos fundamentales que son el impulsor, el estator y la turbina.

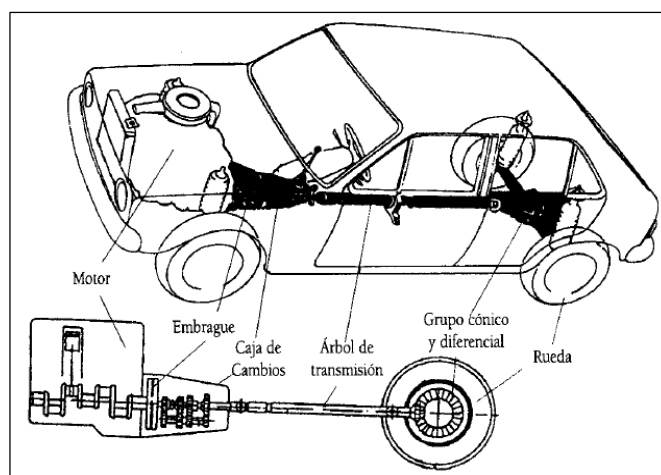
## 2.4 Sistema de Transmisión

Es el conjunto de elementos encargados de transmitir el movimiento de giro del motor hacia las ruedas motrices, existen dos tipos de transmisión que son la transmisión manual y la transmisión automática. Independientemente de si poseen una caja de cambios manual o automática, los vehículos pueden ser de tracción delantera, posterior, o total (4x4).

### 2.4.1 Transmisión manual.

Es aquella en la cual las relaciones de transmisión son cambiadas por el conductor mediante una caja de cambios manual. Es la más utilizada en vehículos de pasajeros y vehículos de transporte pesado.

**Figura 3.** Transmisión manual



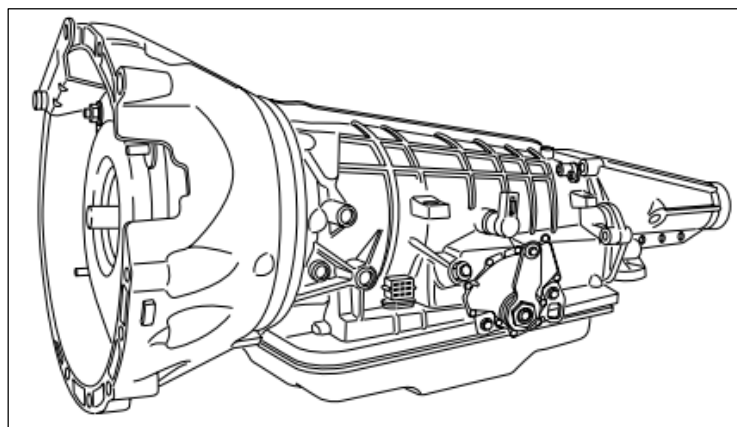
**Fuente:** (ARIAS PAZ, 2004)

#### **2.4.2 Transmisión automática.**

Es aquella en la cual el cambio de relaciones de transmisión se realiza de forma autónoma.

El propósito de la transmisión automática es modificar la fuerza de rotación del motor, llamada torsión y transferirla al eje de impulsión del vehículo. A través del convertidor de par y juegos de engranajes, la transmisión proporciona la fuerza necesaria para mover el vehículo. La transmisión también permite que se impulse al vehículo en reversa. (MYSLIDE.ES, 2015)

**Figura 4.** Transmisión automática



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

#### **2.5 Componentes del sistema de transmisión automática.**

Las transmisiones automáticas tienen algunas variaciones en su diseño. Sin embargo todas cuentan con un convertidor de par, el tren de engranajes y el sistema hidráulico de control.

##### **2.5.1 Tren de engranes.**

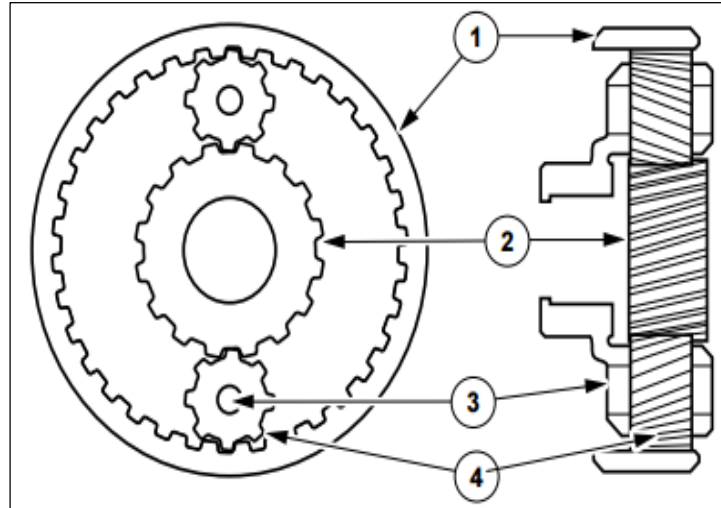
Un tren de engranajes típico incluye la flecha de entrada, el juego de engranes planetarios y la flecha de salida. (MYSLIDE.ES, 2015)

Se utilizan dos tipos diferentes de trenes de engranes. Un tren de engranes Simpson o sencillo y un tren de engranes Ravigneaux o compuesto. (MYSLIDE.ES, 2015)

Un juego de engranes planetarios comprende tres componentes: la corona, el engrane solar y los engranes planetarios o piñones; estos componentes son impulsados o retenidos por embragues de fricción (actuados hidráulicamente), embragues de un solo giro (mecánicos) y bandas. (MYSLIDE.ES, 2015)

El tren de engranes proporciona las relaciones de engranes de reducción, directa, sobre marcha y la reversa.

**Figura 5.** Juego típico de engranes sencillos



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

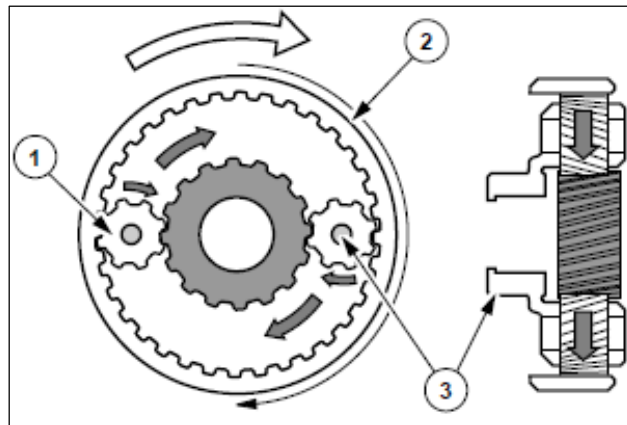
*Donde:*

1. Corona
2. Engrane solar
3. Porta planetarios
4. Engranes planetarios (piñones)

### **2.5.2      *Juego de engranajes en reducción.***

La reducción se refiere al funcionamiento de las relaciones bajas de engranes, donde la flecha de salida gira más lentamente que la flecha de entrada. Un vehículo que acelera después de hacer un alto comienza en baja velocidad para que la velocidad del motor se pueda transferir uniformemente a las ruedas de impulsión del vehículo. (MYSLIDE.ES, 2015)

**Figura 6.** Juego de engranes planetarios en reducción



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

Donde:

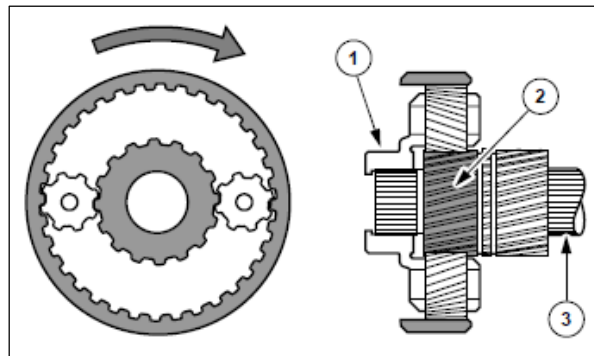
1. Los engranes planetarios giran alrededor del engrane solar
2. La corona es impulsada
3. El porta planetarios gira

Cuando el engrane solar se retiene y el porta planetarios impulsa a la corona, la rotación de la corona hace que los engranes planetarios caminen alrededor del engrane solar en la misma dirección que gira la corona. Sin embargo los engranes planetarios giran más lentamente que la corona, lo cual reduce la velocidad de rotación de la flecha de salida. (MYSLIDE.ES, 2015)

### **2.5.3      *Juego de engranajes en directa.***

Durante el mando en directa las flechas de entrada y de salida giran a la misma velocidad. Para lograr el mando en directa, se retienen dos miembros cualesquiera del juego de engranes planetarios, lo cual fuerza al juego a girar como una sola unidad. (MYSLIDE.ES, 2015)

**Figura 7.** Juego de engranes planetarios en directa



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

Donde:

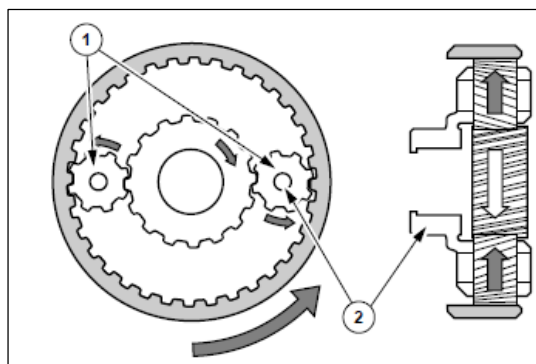
1. Porta planetarios
2. El engrane solar y corona están trabados
3. Flecha de salida (MYSLIDE.ES, 2015)

En la gráfica anterior, la corona y el engrane solar están trabados, y el porta planetarios aplica el mando en directa a la flecha de salida. (MYSLIDE.ES, 2015)

#### **2.5.4      *Juego de engranajes en reversa.***

Para producir la salida en reversa, se retiene al porta planetarios y se impulsa al engrane solar. Los engranes planetarios simplemente giran alrededor de sus flechas y actúan como engranes intermedios o locos. Un engrane loco invierte la dirección de rotación.

**Figura 8.** Juego de engranes planetarios en reversa



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

### 2.5.5 *Flujo de potencia.*

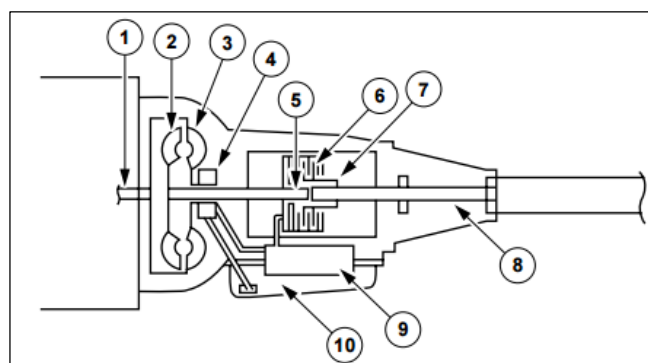
La potencia fluye del cigüeñal del motor a través del convertidor de par y éste a su vez hace girar la flecha de entrada de la transmisión. El juego de engranes planetarios transfiere la potencia de la flecha de entrada a la flecha de salida. (MYSLIDE.ES, 2015)

El impulsor del convertidor de par, que está fijo al motor, gira a la velocidad del motor e impulsa a la bomba de aceite. La bomba de aceite succiona fluido de la transmisión automática desde el depósito de aceite y envía aceite presurizado al cuerpo de válvulas y al convertidor de par. El fluido presurizado dentro del convertidor forma un acoplamiento hidráulico, que a su vez hace girar a la turbina de la transmisión y a la flecha de entrada. La flecha de entrada está conectada a un cubo o tambor de embrague de fricción. (MYSLIDE.ES, 2015)

El tambor del embrague transfiere potencia al juego de engranes planetarios. Un componente del juego de engranes puede ser acoplado a la flecha de entrada a través de un embrague de fricción. En algunos casos un miembro de un juego de engranes es retenido contra la carcasa por un embrague de fricción, un embrague de un solo giro o banda.

El componente de salida del juego de engranes planetarios transfiere la potencia del motor a la flecha de salida.

**Figura 9.** Flujo de potencia



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

Donde:

1. Cigüeñal del motor
2. Turbina de la transmisión
3. Impulsor del convertidor de par
4. Bomba de aceite
5. Flecha de entrada
6. Cubo o tambor de embrague de fricción
7. Juego de engranes planetarios
8. Flecha de salida
9. Cuerpo de válvulas
10. Depósito de aceite (MYSLIDE.ES, 2015)

#### **2.5.6      *Cuerpo de válvulas.***

El cuerpo de válvulas es el componente principal de control de flujo para una transmisión automática. El cuerpo contiene un complejo patrón de pasajes llamados conductos de aire, así como diversos barrenos (alojamientos) que contienen válvulas con pistas múltiples. Cada pasaje, alojamiento y válvula forma un circuito hidráulico para una función específica. (MYSLIDE.ES, 2015)

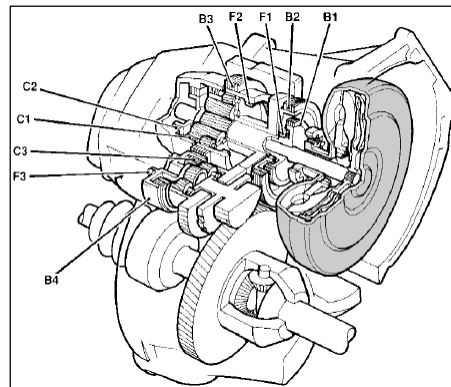
#### **2.5.7      *Embragues y bandas.***

Cuando una transmisión automática hace un cambio de velocidad, diversos componentes del tren de engranes deben girar, mientras que a otros componentes se les impide girar. Esta sección describe cómo los embragues y bandas impulsan y retienen a los miembros del tren de engranes en una transmisión automática. (MYSLIDE.ES, 2015)

Los embragues y bandas realizan funciones opuestas pero complementarias en una transmisión automática. Los embragues impulsan a los miembros del tren de engranes y los fuerza a girar. Por lo contrario, las bandas retienen a los miembros del tren de engranes, y les impiden girar.

A continuación se muestra la ubicación de los embragues, bandas y solenoides en la transmisión AW50-42LE.

**Figura 10.** Ubicación de embragues, bandas y solenoides



**Fuente:** (ATSG, 2004)

Donde:

S1= Solenoide de cambio “A”

S2= Solenoide de cambio “B”

C1= Embrague hacia adelante

C2= Embrague directo

C3= Embrague de reducción

B1= Embrague de sobremarcha

B2= Embrague intermedio

B3= Embrague bajo y reversa

B4= Banda de freno reducción

F1= Patín Intermedio

F2= Patín bajo

F3= Patín reducción

A continuación se muestra el funcionamiento de todo el conjunto, en función a cada marcha de la caja de cambios automática.



**Tabla 4.** Funcionamiento transmisión automática.

Posición de cambio		S1	S2	C1	C2	C3	B1	B2	B3	B4	F1	F2	F3
<b>P</b>	Parqueo	OFF	ON							ON			
	Reversa	OFF	ON							ON			
<b>R</b>	Bajo las 4 MPH	OFF	ON		ON				ON	ON			
	Reversa Inhibida VSS sobre 4 MPH	ON	ON		ON					ON			
<b>N</b>	Neutro	OFF	ON							ON			
<b>D</b>	Primera	OFF	ON	ON						ON			ON
	Segunda	ON	ON	ON			ON	ON		ON	ON		ON
	Tercera	ON	OFF	ON		ON	ON	ON			ON		
	Cuarta	OFF	OFF	ON	ON	ON		ON					
<b>3</b>	Primera	OFF	ON	ON						ON		ON	ON
	Segunda	ON	ON	ON			ON	ON		ON	ON		ON
	Tercera	ON	OFF	ON		ON	ON	ON			ON		
<b>*2</b>	Segunda	ON	ON	ON			ON	ON		ON	ON		ON
	Tercera	ON	OFF	ON		ON	ON	ON			ON		
<b>1</b>	Primera	OFF	ON	ON					ON	ON		ON	ON
	Segunda	ON	ON	ON			ON	ON		ON	ON		ON
*solo en vehículos SAAB													

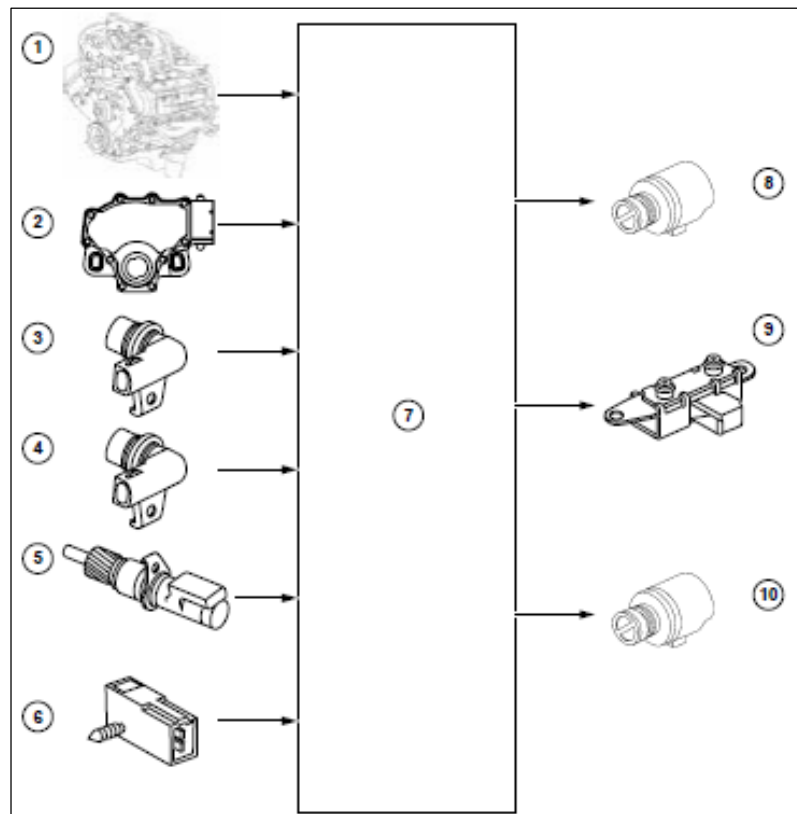
**Fuente:** (ATSG, 2004)

### 2.5.8 Módulo de control de la transmisión (TCM).

El TCM funciona con dos tipos básicos de señales de entrada:

- Las entradas relacionadas con elementos fuera de la transmisión, tales como el refrigerante del motor y el embrague del aire acondicionado. Estas entradas incluyen sensores que miden las demandas del motor y del conductor. (MYSLIDE.ES, 2015)
- Las entradas relacionadas con la transmisión entre sí, tales como la velocidad de la flecha de salida y la temperatura del fluido de transmisión. (MYSLIDE.ES, 2015)

**Figura 11.** Sensores y actuadores del TCM



**Fuente:** (FORD MOTOR COMPANY, 2001)

Donde:

1. Entradas del motor
2. Sensor de posición del selector de cambio de la transmisión
3. Sensor de velocidad de la flecha de entrada (ISS)
4. Sensor de velocidad de la flecha de salida (OSS)
5. Sensor de velocidad del vehículo (VSS)
6. Sensor de temperatura del fluido de la transmisión (TFT)
7. Módulo de control
8. Solenoide de control del embrague del convertidor de par
9. Solenoides de cambios de velocidad
10. Solenoide electrónico de control de presión

Mediante el uso de entradas de diversos sensores en el vehículo, el módulo de control envía señales a los solenoides para controlar el funcionamiento de la transmisión

## 2.6 Diagnóstico de la transmisión

### 2.6.1 Códigos de falla

El vehículo Daewoo cuenta con un protocolo de comunicación OBD II, los principales códigos arrojados para la transmisión automática se muestran a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 5.** Códigos de falla

<b>OBD II DTC</b>	<b>Descripción del código</b>
P0604	Fallo del módulo de control interno (fallo de la RAM)
P0705	Fallo del circuito del sensor de distancia de la transmisión
P0712	Circuito del sensor de temperatura de fluido de la transmisión-baja entrada
P0713	Circuito del sensor de temperatura de fluido de la transmisión-alta entrada
P0717	Circuito del sensor de velocidad de turbina-sin señal
P0722	Salida del circuito del sensor de velocidad-sin señal
P0727	Circuito del sensor de velocidad del motor-sin señal
P0741	Embrague del convertidor de par (SL) atascado apagado
P0742	Embrague del convertidor de par (SL) atascado encendido
P0743	Embrague del convertidor de par (SL) circuito eléctrico
P0748	Solenoide de control de presión (STH) circuito eléctrico
P0751	Solenoide S1 rendimiento
P0753	Solenoide S1 circuito eléctrico
P0756	Solenoide S2 rendimiento
P0758	Solenoide S2 circuito eléctrico
P1701	Fallo de funcionamiento de la señal de temperatura del refrigerante del motor
P1702	Fallo de funcionamiento de la señal de control del torque
P1790	Fallo del módulo de control interno (comprobar fallo de suma)
P1791	Fallo de funcionamiento de la señal del sensor de la posición del acelerador

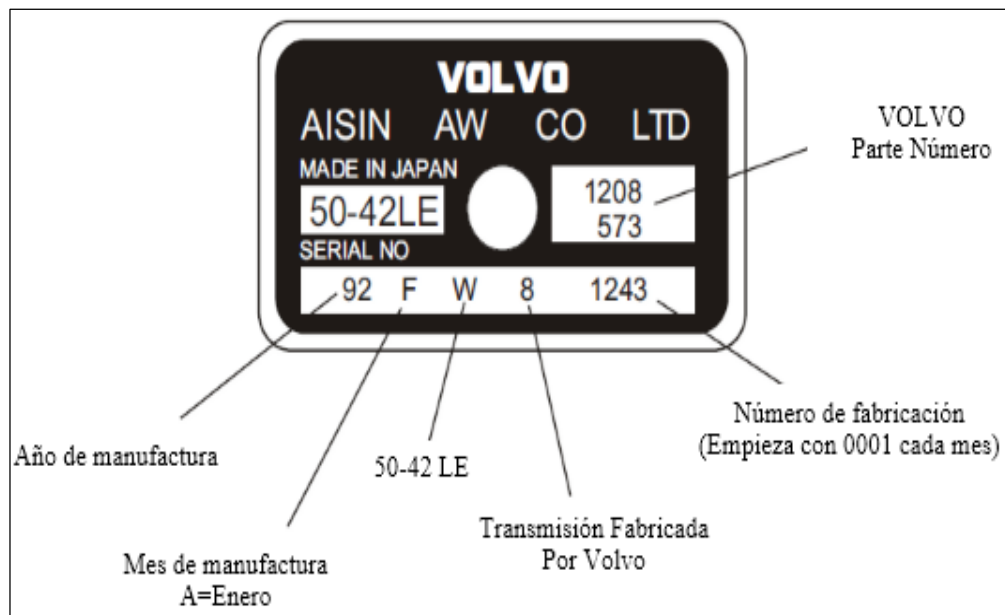
**Fuente:** (ATSG, 2004)

### CAPÍTULO III

#### 3. CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN AW50-42LE.

La transmisión automática, al momento de ser fabricada, se le instala una placa donde muestra los detalles de su manufactura. A continuación se muestra la placa de identificación.

**Figura 12.** Placa de identificación

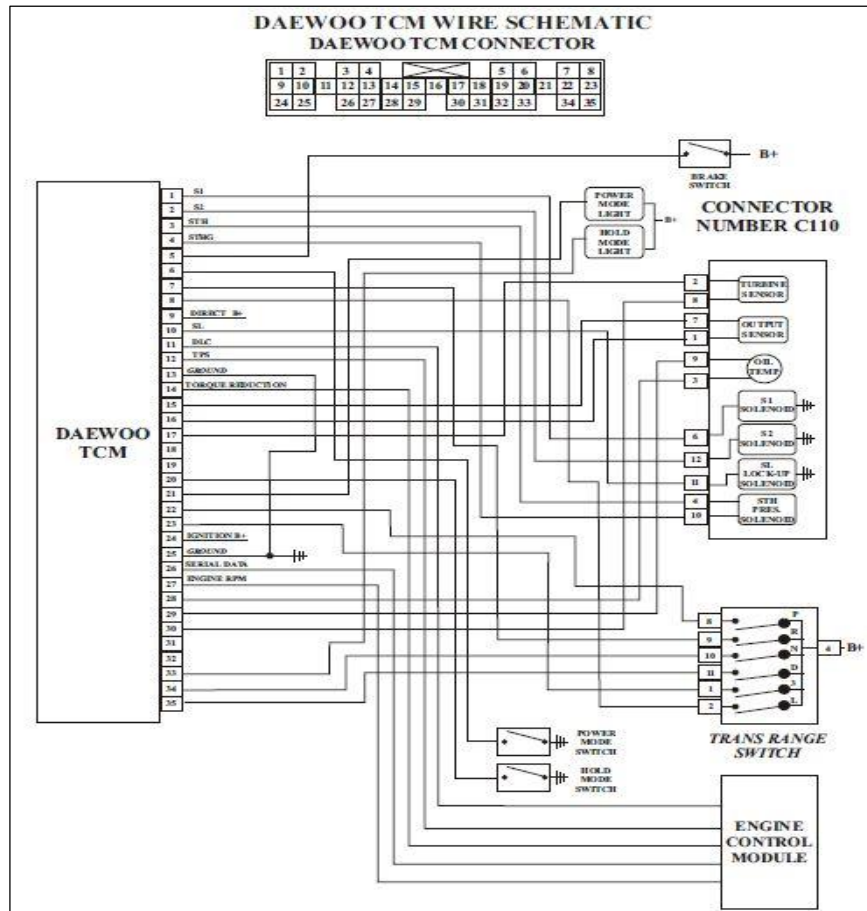


**Fuente:** (ATSG, 2004)

##### 3.1.1 Diagramas eléctricos.

El diagrama de la transmisión automática del Daewoo Espero 1995 es el mostrado a continuación:

**Figura 13.** Diagrama eléctrico transmisión AW50-42LE



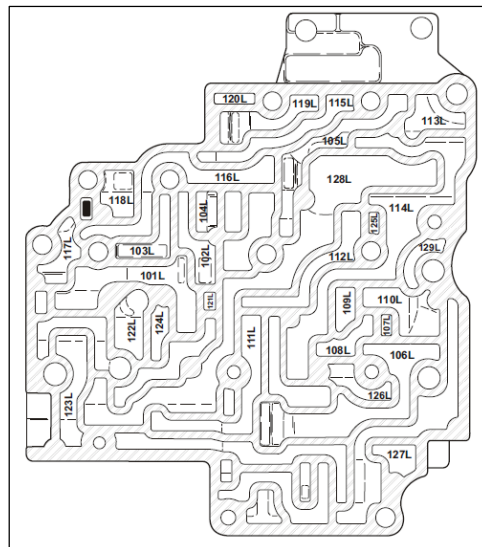
**Fuente:** (ATSG, 2004)

### 3.1.2 Diagramas hidráulicos.

Entre los principales diagramas hidráulicos de la transmisión automática AW50-42LE, están los de la válvula moduladora, y de los diferentes cuerpos de válvulas mostrados a continuación.

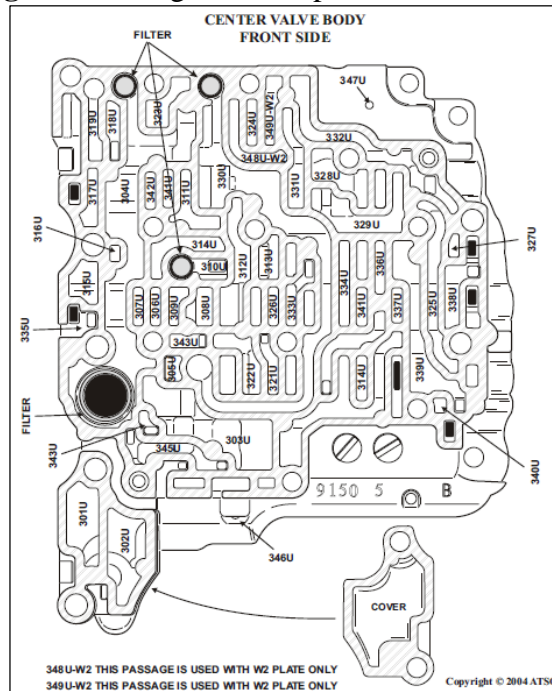
[illegible]

**Figura 15.** Diagrama cuerpo de válvulas superior



20

**Figura 16.** Diagrama cuerpo de válvulas central

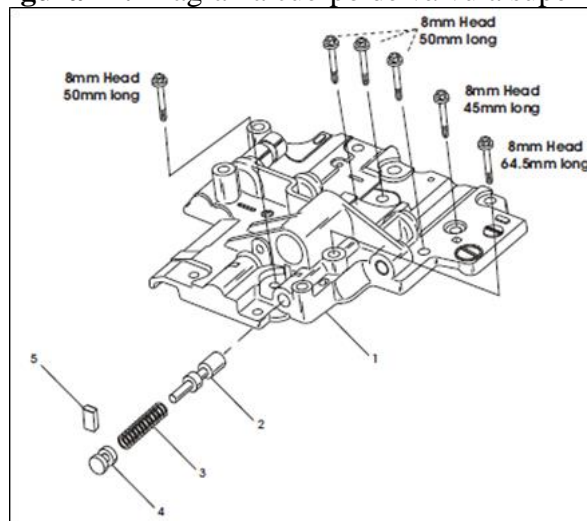


**Fuente:** (ATSG, 2004)

### 3.1.3 Diagramas mecánicos.

En la transmisión automática AW50-42LE se pueden distinguir las siguientes partes que se detallan a continuación.

**Figura 17.** Diagrama cuerpo de válvula superior



**Fuente:** (ATSG, 2004)

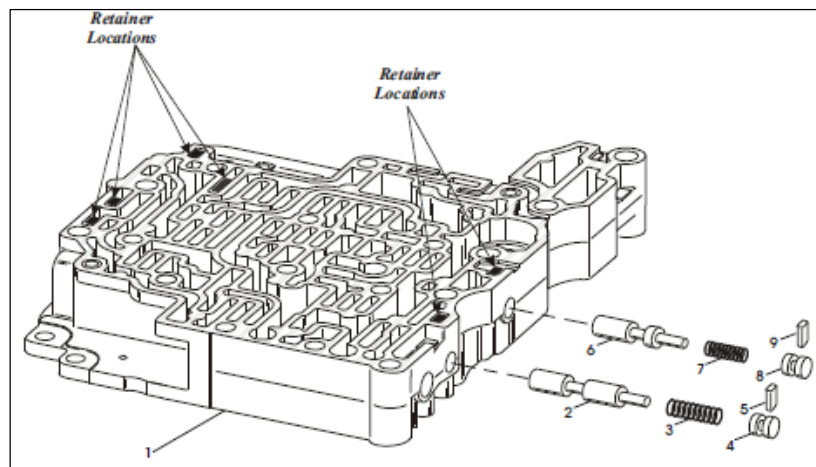
Donde:

1. Carcasa de la válvula superior

2. Solenoide de control de presión regulador de la válvula
3. Solenoide de control de presión resorte regulador de válvula
4. Solenoide de control de presión tapón del agujero de la válvula
5. Solenoide de control de presión retén de la válvula

Las partes mostradas en la figura anterior son principalmente del circuito hidráulico de la transmisión.

**Figura 17.** Diagrama cuerpo de válvula central



**Fuente:** (ATSG, 2004)

Donde:

1. Carcasa de válvula central
2. Válvula del modulador de embrague
3. Resorte de la válvula del modulador de embrague
4. Tapón de la válvula del modulador de embrague
5. Retenedor de la válvula del modulador de embrague
6. TCC Solenoide regulador de válvula
7. TCC Solenoide regulador del resorte de válvula
8. TCC Solenoide regulador del tapón de válvula
9. TCC Solenoide regulador del retenedor de válvula

### 3.2 Estrategias de operación

El selector de modo, situado a la izquierda de la palanca de cambios, tiene 3 modos



diferentes que efectúan los puntos de cambio del transeje. La señal de entrada del selector de modo, se envía a la TCM. Esta utiliza la señal de entrada para controlar el cambio del transeje y el bloqueo del convertidor de par.

### **3.2.1      *Modo Económico (DRIVE).***

*El modo Económico (DRIVE), es para la conducción normal y proporciona cambios rápidos combinados con bloqueo tan a menudo como sea posible para las 3 marchas superiores (VOLVO, 1995).*

La presión de la línea de transmisión se modula para proporcionar acoplamiento de engranaje suave.

### **3.2.2      *Modo Sport (POWER).***

En el modo SPORT, los puntos de cambio del cambio están diseñados para proporcionar el máximo rendimiento posible. Bajo aceleración normal, los cambios de transeje ocurren igual que en el modo ECON. Durante la aceleración aumentada, T.C.M selecciona los puntos de cambio y bloqueo para obtener el mejor rendimiento posible (VOLVO, 1995).

### **3.2.3      *Modo Invierno (WINTER).***

El modo INVIERNO impide el giro de la rueda sobre superficies resbaladizas. El Transeje comienza en marcha alta. Cuando se selecciona el modo INVIERNO, la luz de advertencia en el tablero se ilumina. Este modo también puede usarse cuando el controlador desea controlar la selección de marchas (VOLVO, 1995).

### **3.2.4      *Estrategia de trabajo de la TCM***

#### **3.2.4.1      *Posición del inhibidor.***

En inhibidor actúa como un accesorio de seguridad, ya que el vehículo enciende solo si la palanca de mando está en posición N (neutro) o P (parking). Caso contrario no se cierra el circuito de encendido y el vehículo no arranca.

#### 3.2.4.2 *Cambio suave.*

El modo de trabajo varía dependiendo de las necesidades del conductor, es así que el tránsito en carretera se ve sometido a circunstancias de rebasamiento, para realizar estas maniobras se acelera el vehículo de tal manera que se produce un cambio en el modo de funcionamiento. La carga sube al acelerar y la t.c.m. baja de marcha ganando torque y que la maniobra sea posible.

#### 3.2.4.3 *Asistencia de emergencia.*

En la posición de cambio manual (1, 2, 3) se crea protocolos de funcionamiento con el fin de proteger el conjunto motor – transmisión. De tal modo que si se da una sobrecarga en una determinada marcha, la t. c. m. actúa de manera que pasa a una marcha más alta (1 a 2, 2 a 3 o 3 a 4) con la finalidad de proteger los elementos mecánicos.

## CAPÍTULO IV

### 4. IMPLEMENTACIÓN DE TABLERO DE DIAGNÓSTICO Y PANTALLA DE VISUALIZACIÓN

#### 4.1 Tablero de diagnóstico

##### 4.1.1 Descripción.

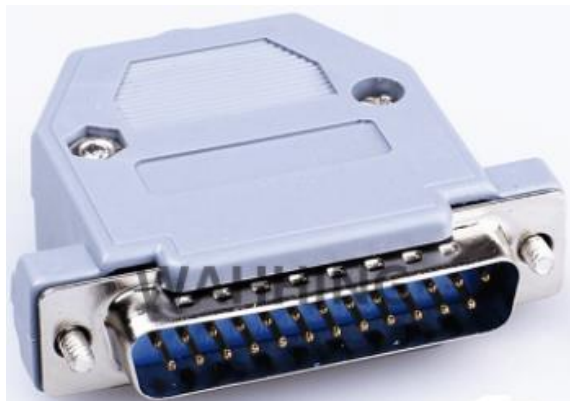
Este tablero es diseñado para obtener todas las señales que requiere la T.C.M (módulo de la transmisión automática) para su correcto funcionamiento, y de esta manera facilitar el testeo, obtención e interpretación de valores de los distintos elementos eléctricos que hay en la transmisión automática.

##### 4.1.2 Función.

Su principal función es de testeo de todos los elementos de la transmisión automática, para facilitar el estudio y comportamiento del sistema.

##### 4.1.3 Designación de los pines del socket de diagnóstico y testeo

**Figura 19.** Socket de diagnóstico



**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?testsocketimage>

Dónde:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1.- Solenoide 1                               | 14.- Señal posición de la palanca D  |
| 2.- Solenoide 2                               | 15.- Señal posición de la palanca 3  |
| 3.- Luz testigo Winter                        | 16.- Señal posición de la palanca R  |
| 4.- Señal posición de la palanca L            | 17.- Selector de posición            |
| 5.- Temperatura del refrigerante              | 18.- Velocidad de salida             |
| 6.- Velocidad de entrada                      | 19.- Sensor de temperatura de aceite |
| 7.- Control de torque                         | 20.- GND del solen. Press. aceite.   |
| 8.- Solenoide de control de presión de aceite | 21.- TCM Tierra de diagnostico       |
| 9.- Solenoide de control de bloqueo           | 22.- Switch de encendido             |
| 10.- Interruptor modo Power                   | 23.- Luz testigo de batería          |
| 11.- Interruptor modo Winter                  | 24.- Señal de diagnostico            |
| 12.- Indicador modo Sport/Económico           | 25.- GND chasis                      |
| 13.- Señal de mariposa de acelerador (T.P.S)  |                                      |

#### 4.1.4 Materiales

- Socket 25 pines
- Cable de timbre
- Tablero
- Manguera corrugada
- Cinta fundente
- Estaño
- Cautín
- Pin de diagnostico

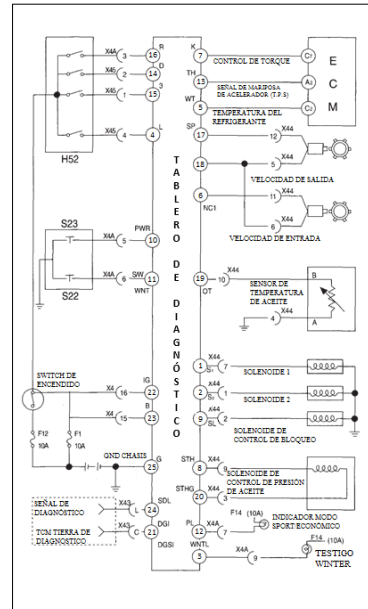
**Figura 18.** Tablero de conexiones



**Fuente:** Autores

#### 4.1.5 Diagrama eléctrico del socket de testeo

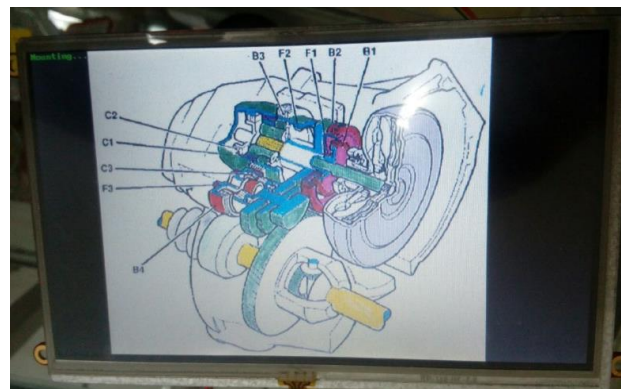
**Figura 19.** Diagrama eléctrico



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

## 4.2 Pantalla de Visualización

**Figura 20.** Visualización en el computador



**Fuente:** Autores

### 4.2.1 Descripción.

La pantalla de visualización se implementó con el fin de ilustrar los diagramas de las distintas marchas de la transmisión, según la carga.

#### **4.2.2      *Función.***

Sirve para visualizar las distintas relaciones de transmisión, para facilitar la interpretación de los diagramas, para todas las posiciones de marcha.

#### **4.2.3      *Programación***

##### **4.2.3.1      *Descripción.***

La programación se realizó para una pantalla lcd touch por medio del procesador arduino

```
#include <TFT.h> // Arduino LCD library
#include <SPI.h>

// pin definition for the Uno
#define cs 10
#define dc 9
#define rst 8

// pin definition for the Leonardo
// #define cs 7
// #define dc 0
// #define rst 1

TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst);

// variables for the position of the ball and paddle
int paddleX = 0;
int paddleY = 0;
int oldPaddleX, oldPaddleY;
int ballDirectionX = 1;
int ballDirectionY = 1;

int ballSpeed = 10; // lower numbers are faster

int ballX, ballY, oldBallX, oldBallY;

void setup() {
  // initialize the display
  TFTscreen.begin();
  // black background
  TFTscreen.background(0, 0, 0);
}

void loop() {
```

```

// save the width and height of the screen
int myWidth = TFTscreen.width();
int myHeight = TFTscreen.height();

// map the paddle's location to the position of the potentiometers
paddleX = map(analogRead(A0), 512, -512, 0, myWidth) - 20 / 2;
paddleY = map(analogRead(A1), 512, -512, 0, myHeight) - 5 / 2;

// set the fill color to black and erase the previous
// position of the paddle if different from present
TFTscreen.fill(0, 0, 0);

if (oldPaddleX != paddleX || oldPaddleY != paddleY) {
  TFTscreen.rect(oldPaddleX, oldPaddleY, 20, 5);
}

// draw the paddle on screen, save the current position
// as the previous.
TFTscreen.fill(255, 255, 255);

TFTscreen.rect(paddleX, paddleY, 20, 5);
oldPaddleX = paddleX;
oldPaddleY = paddleY;

// update the ball's position and draw it on screen
if (millis() % ballSpeed < 2) {
  moveBall();
}
}

// this function determines the ball's position on screen
void moveBall() {
  // if the ball goes offscreen, reverse the direction:
  if (ballX > TFTscreen.width() || ballX < 0) {
    ballDirectionX = -ballDirectionX;
  }

  if (ballY > TFTscreen.height() || ballY < 0) {
    ballDirectionY = -ballDirectionY;
  }

  // check if the ball and the paddle occupy the same space on screen
  if (inPaddle(ballX, ballY, paddleX, paddleY, 20, 5)) {
    ballDirectionX = -ballDirectionX;
    ballDirectionY = -ballDirectionY;
  }

  // update the ball's position
  ballX += ballDirectionX;

```

```

ballY += ballDirectionY;

// erase the ball's previous position
TFTscreen.fill(0, 0, 0);

if (oldBallX != ballX || oldBallY != ballY) {
    TFTscreen.rect(oldBallX, oldBallY, 5, 5);
}

// draw the ball's current position
TFTscreen.fill(255, 255, 255);
TFTscreen.rect(ballX, ballY, 5, 5);

oldBallX = ballX;
oldBallY = ballY;

}

// this function checks the position of the ball
// to see if it intersects with the paddle
boolean inPaddle(int x, int y, int rectX, int rectY, int rectWidth, int rectHeight) {
    boolean result = false;

    if ((x >= rectX && x <= (rectX + rectWidth)) &&
        (y >= rectY && y <= (rectY + rectHeight))) {
        result = true;
    }

    return result;
}

```

#### 4.2.4 ***Materiales***

- Pantalla LCD
- Octoacopladores
- Drivers LCD
- Circuitos Integrados
- Circuito de regulación de voltaje



**Figura 21.** Circuito y pantalla LCD

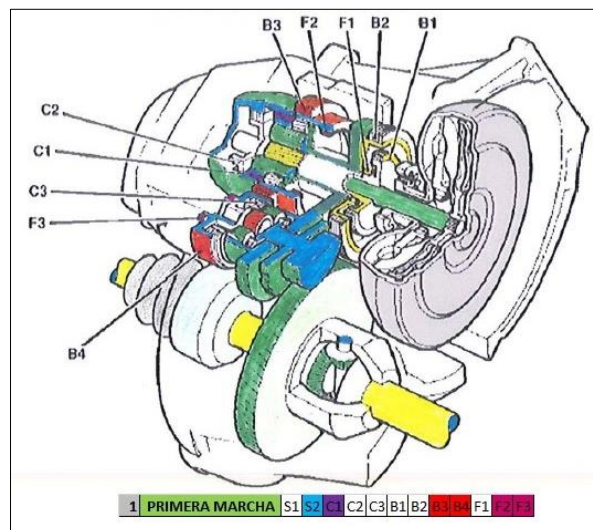


**Fuente:** Autores

### 4.3 Diagramas de accionamiento de marcha

#### 4.3.1 Primera

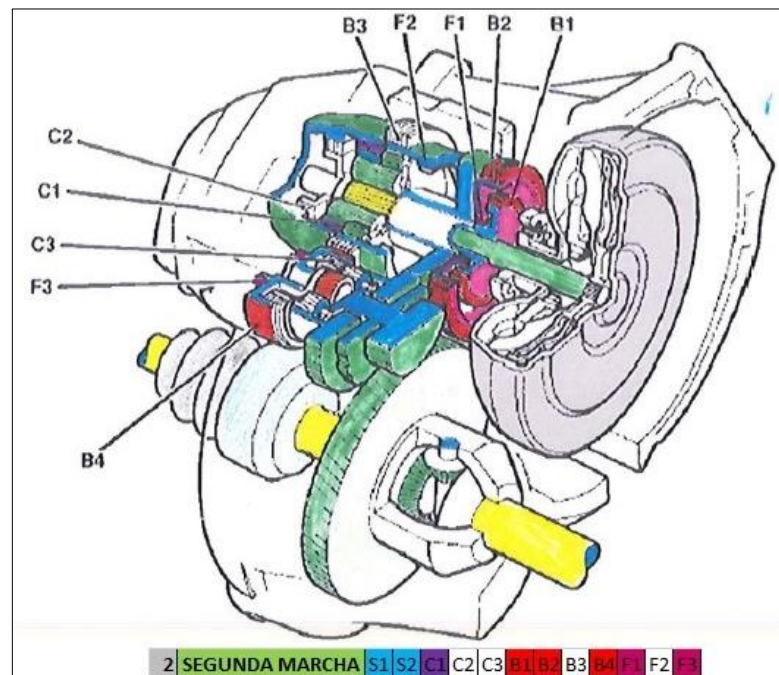
**Figura 22.** Diagrama primera marcha



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

### 4.3.2 Segunda

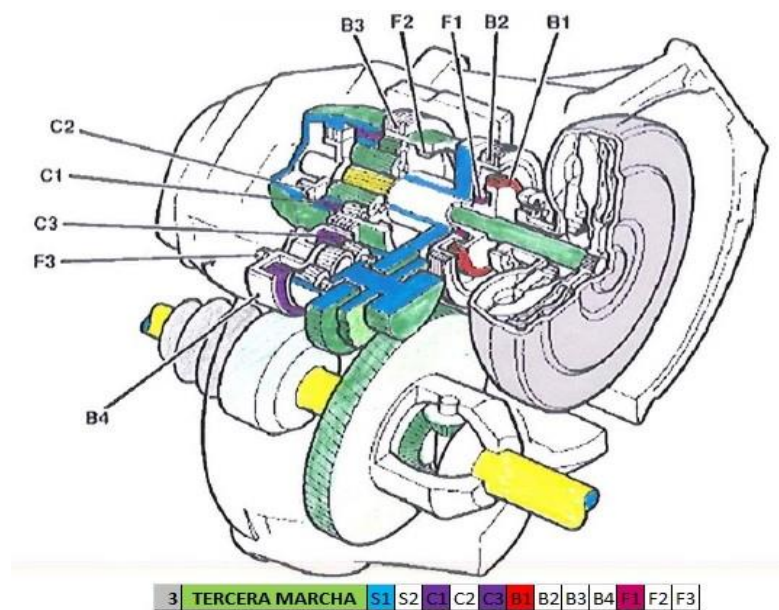
**Figura 23.** Diagrama segunda marcha



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

### 4.3.3 Tercera

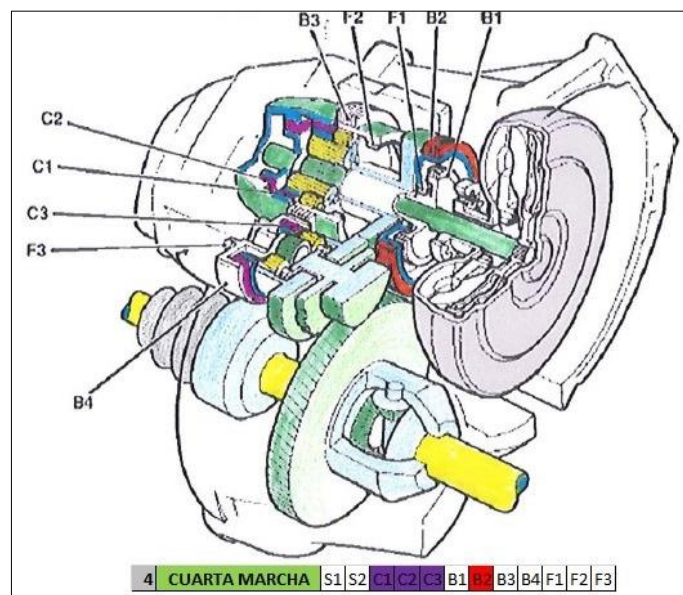
**Figura 24.** Diagrama tercera marcha



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

#### 4.3.4 Cuarta

**Figura 25.** Diagrama cuarta marcha



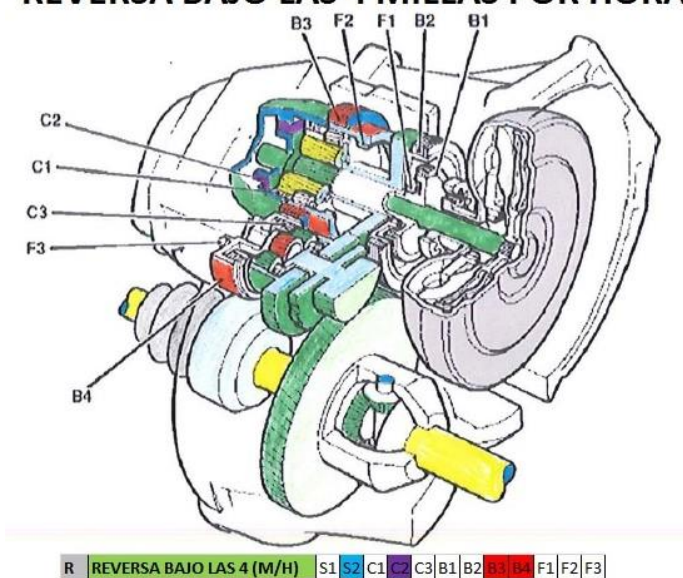
**Fuente:** (VOLVO, 1995)

#### 4.3.5 Reversa

##### 4.3.5.1 Reversa bajo las 4 millas por hora

**Figura 26.** Diagrama cuarta marcha por debajo de 4 MPH

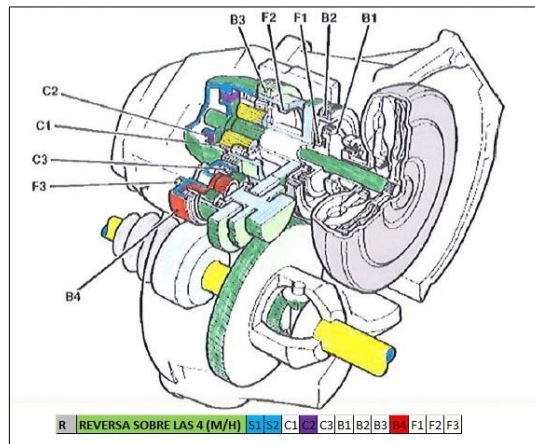
#### REVERSA BAJO LAS 4 MILLAS POR HORA



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

#### 4.3.5.2 *Reversa sobre las 4 millas por hora*

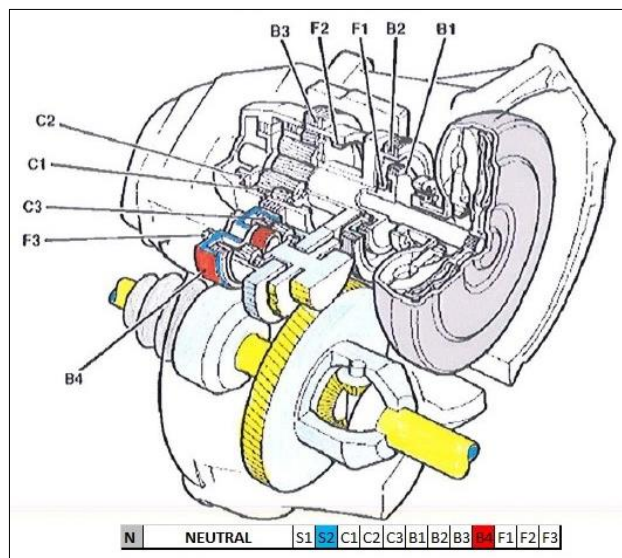
**Figura 27.** Diagrama cuarta marcha sobre las 4 MPH



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

#### 4.3.6 *Neutral*

**Figura 28.** Diagrama cuarta marcha sobre las 4 MPH

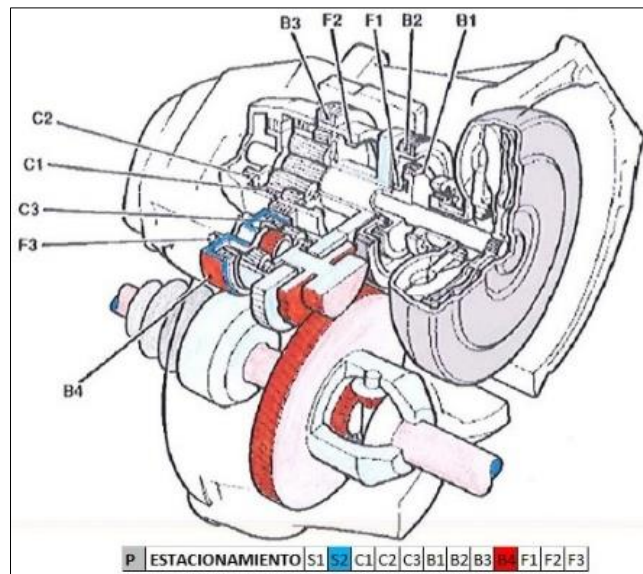


**Fuente:** (VOLVO, 1995)



#### 4.3.7 *Estacionamiento*

**Figura 31.** Diagrama de estacionamiento.



**Fuente:** (VOLVO, 1995)

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Mediante la interpretación de los valores se determinó que las señales más importantes para que el conjunto motor-transmisión automática trabaje de forma óptima son: las señales del sensor TPS, temperatura del refrigerante y torque del motor.

En esta investigación se determinó que la variable que incide directamente en el funcionamiento de la transmisión es el TPS, ya que al procesar la señal la TCM, hace que los solenoides se activen o desactiven para precisar la marcha de acuerdo a la carga.

Se determinó que para este tipo de transmisión automática existen tres estrategias de operación que hacen que el vehículo funcione de una forma óptima según las necesidades del usuario que son accionadas manualmente, las cuales son: modo Winter, modo Sport, modo Económico y estrategias de la TCM.

Por medio de la pantalla implementada que muestra la secuencia de accionamiento mecánico - hidráulico, se logró un interfaz de comunicación directa con el usuario para su fácil comprensión.

#### **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda tener precaución con el manejo del equipo al momento de testear, para evitar daños en los componentes electrónicos.

Se recomienda seguir los lineamientos recomendados por el fabricante para prolongar la vida útil de la transmisión.

## **Bibliografía**

**ARDUINO.** *El microcontrolador arduino* [En línea]. 6 de febrero de 2014. [Consulta: 10 de enero de 2017] Disponible en: [http://www.cscjprofes.com/wp-content/uploads/2014/02/teoria\\_arduino2009.pdf](http://www.cscjprofes.com/wp-content/uploads/2014/02/teoria_arduino2009.pdf).

**AZKEN, Eguneratzea.** *Ensayo de m.c.i. alternativos, curvas características* [En línea]. 4 de octubre de 2010. [Consulta: 13 de abril de 2017.] Disponible en: <http://www.ehu.es/mmtde/bancomot.htm#o>.

**BOHACZ, Ray.** *Training manual electronic fuel injection*. New York.: The Berkley, 2003 pp. 30 - 45.

**CEA.** *Seguridad activa y pasiva del vehículo* [En línea] España, 2012 [Consulta: 13 de febrero de 2017.] Disponible en: <http://www.cea-online.es/reportajes/seguridad.asp>.

**CISNEROS, Iván.** *Los sensores en el automóvil*. México: Red, 2008 pp. 10 - 15

**FRIES, Bruce.** *Conversión analógica-digital* [En línea]. 2005. [Consulta: 31 de marzo de 2017.] Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Conversi%C3%B3n\\_anal%C3%B3gica-digital](https://es.wikipedia.org/wiki/Conversi%C3%B3n_anal%C3%B3gica-digital).

**INEGI.** *Sistema de Posicionamiento Global (GPS)*. [En línea] Mexico, 2006. [Consulta: 2 de abril de 2017.] Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx?dv=c1>.

**KM77.** *Consumo específico*. [En línea] 2010. [Consulta: 04 de marzo de 2017.] Disponible en: <http://www.km77.com/glosario/c/consuespe.asp>.

**LOAIZA, Carlos.** *Seguridad activa y pasiva en un vehículo*. [En línea] 1 de febrero de 2012. [Consulta: 01 de marzo de 2017.] Disponible en: <http://www.sura.com/blogs/autos/seguridad-activa-pasiva-vehiculo.aspx>.

**MONK, Simon.** *Arduino Proyects for the Evil Genius*. New York - EEUU: Mc Graw Hill, 2012 pp. 20 - 34

**SABIKA.** *Ejercicios de Arduino resueltos*. Madrid : Grupo Sabika, 2010 pp. 30 - 38

**SEAT.** *Gestiones electrónicas. Sensores y actuadores.* [En línea] España, Barcelona. [Consulta: 02 de abril de 2017.] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/120675634/Sensores-y-Actuadores-SEAT>.

**SIEGMUND, M. & REDL, Matthias.** *An Introduction to GSM.* USA: Artech House, 1995 pp. 67 - 74

**SMITH, C.B.** *Elementos de mecánica aplicada.* Barcelona: Labor, S.A. Calabria, 1971. pp. 26 - 39

**VALCÁRSEL, Josefa.** *Cuestiones de seguridad vial, conducción eficiente, medio ambiente y contaminación.* Madrid : s.n., 2013. pp. 56 - 70

**VOLKSWAGEN.** *Glosario Técnico* [En línea] 2010. [Consulta: 01 de mayo de 2017.] Disponible en: <http://www.volkswagenlatinoamerica.com/es/technik-lexikon/crash-sensoren.html>.



